

Wocheinit - boksit iz Bohinja

Wocheinite - Bauxite from Bohinj

Borut Razinger

Hrušica 175, 4276 Hrušica, SI-Slovenija

Ključne besede: wocheinit, rudnik in rudarjenje, boksitni minerali, boksit, kemijska in mineraloška analiza wocheinita, Bohinj

Key words: wocheinite, bauxite mine and mining, bauxite minerals, bauxite, chemical and mineralogical analysis of wocheinite, Bohinj

Kratka vsebina

Le malo Slovencev, razen geologov in strokovnjakov za boksit pozna boksit z imenom wocheinit, ki so ga začeli kopati v Bohinju že leta 1868. To je bil čas, ko so odkrivali različne nove aluminijeve minerale (bauxit, kljakit), ki so jih običajno imenovali po njihovih nahajališčih. Kasneje so ugotovili, da je ta aluminijeva ruda boksit mešanica različnih aluminijevih mineralov: hidrargilita, boehmita, gibbsita in diasporja, prisotne pa so tudi različne železove rude, ki mu dajejo barvo. Zaradi tega so tu natančneje opisani ti pomembnejši aluminijevi minerali. Podatki kemijske in mineraloške analize različnih vzorcev wocheinita, najdenih v vasi Brod, kažejo na to, da pripada ruda hidrargilitno-boehmitni vrsti boksitov, po vsebnosti železa pa goethitno-hematitni vrsti. V našem prispevku so zbrani podatki o rudniku boksita in o rudarjenju v Bohinju.

Abstract

Only few Slovenians except for geologists and experts for bauxite know the bauxite variety called wocheinite that was mined in Bohinj since 1868. This was the time when various new aluminium minerals were discovered (bauxite, kljakite) and usually named after the localities of their occurrence. Later it was discovered that aluminium ore bauxite was a mixture of distinct aluminium minerals: hydrargilite (gibbsite), boehmite and diaspor, and in addition several iron minerals that give the ore its colour. Therefore here these important aluminium minerals are described. Chemical and mineralogical determinations of several wocheinite samples collected at the village of Brod suggest the hydrargilite-boehmite type of bauxite, and with respect to iron the goethite-hematite variety. In the paper also the information on the bauxite mine and mining in Bohinj is summarized.

Boksit z imenom wocheinit pozna le malo Slovencev razen geologov in strokovnjakov za boksite, čeprav so ga kopali v Bohinju že od leta 1868 do druge svetovne vojne, o čemer sta pisala Č e š m i g a (1959) in M o h o r i č (1978). Zgodba se začinja, ko so leta 1821 v južni Franciji pri mestu Les Baux v bližini Arlesa odkrili bogata nahajališča

aluminijeve rude, ki ji je francoski mineralog P. Bertie po nahajališču dal ime "bauxite" (slovensko ime je boksit) in ime se je obdržalo za rudo aluminija, ki vsebuje različne aluminijeve minerale.

Nekoliko kasneje, leta 1847, so odkrili podobno rudo v Dalmaciji pri Drnišu. Ker se je nahajališče imenovalo Kljaka, ji je hrvaški mineralog M. Kišpetić po nahajališču dal ime "kljakit" in tudi to ime se je obdržalo, vendar za poseben aluminijev mineral. Nato so leta 1868 začeli kopati rudo tudi na Kranjskem, v Bohinju, in jo po takratnem nemškem krajevnem imenu Wochein za Bohinj imenovali "wocheinit". Če je Lill leta 1865 še dvomil, ali je wocheinit pravzaprav boksit, je to naslednje leto potrdil Fleckner (1866). Zato staro ime najdemo le še v starejši mineraloški literaturi, kakor na primer pri Tuccanu (1957).

V prispevku so zbrani podatki o rudniku in rudarjenju v Bohinju oziroma na Rudnici in najnovejši fizikalno-kemijski in drugi podatki o pomembnejših mineralih aluminija, iz katerih je sestavljen boksit. Literature o boksitu je veliko, nekaj člankov o wocheinitu pa je bilo objavljenih v slovenski strokovni literaturi. Ker so to snov doslej obravnavali metalurgi, rudarji in geologi, bi bilo mogoče zanimivo, če bo obdelana še s kemijsko-mineraloškega stališča. Opis wocheinita se pridružuje opisom še treh pomembnejših "zgodovinskih" rud z Gorenjske: sideritu iz Savskih jam, bobovcem z Zatrnika in braunitu z Begunjsčice, ki jih je opisal Razinger leta 1995.

Rudnik in rudarjenje

Rudo so kopali na Rudnici med vasjo Brod in Studor v Bohinju že leta 1868 in jo vozili trideset kilometrov daleč na železniško postajo Lesce, o čemer piše Mohorič (1978). Strokovni časopis Der Techniker (št. 22 iz leta 1870) je o tem poročal in navedel podatek, da iz Bohinja letno izvažajo 30.000 stotov rude. Ko so leta 1870 odprli gorenjsko železnico iz Ljubljane do Trbiža, se je zanimanje za rudo povečalo. Ko pa so v 90. letih prejšnjega stoletja odkrili precejšnja nahajališča boksita v Istri, se je izvoz rude takoj zmanjšal. V Bohinju so takrat, da bi rudo izkoristili, pričeli celo razmišljati o domači lončarski industriji. Seveda so jo poskušali spet tudi izvažati v Nemčijo in Švico, kjer so iz nje izdelovali korund. Nato se je pojavilo neko angleško podjetje in zaprosilo za vzorce, analizo in druge podatke. Žal pa so analize štirih vzorcev pokazale, da je ruda precej neenakomerne kakovosti, zato Angleži zanj niso kazali več nobenega zanimanja. Ko pa so leta 1906 dogradili bohinjsko železnico, je razdalja od skladišča do železniške postaje Bohinjska Bistrica znašala samo tri kilometre in se je zato občutno pocenil prevoz. Tega leta pa so v Ljubljani postavili veliko tovarno za predelavo boksita (kasnejšo Kemično tovarno Moste) in zanimanje za bohinjsko rudo se je spet povečalo.

Tako je Rudarsko glavarstvo v Celovcu leta 1909 rudarski družbi Wocheinit iz Ljubljane, ki je bila ustanovljena v tem letu, podelilo rudarske pravice na dvanajst enojnih jamskih mer s skupno površino 54,13 ha. V letu 1920 so dobili še osem enojnih jamskih mer, ki jih je podelilo Rudarsko glavarstvo v Ljubljani (Češmiga, 1959).

Rudišče boksitne rude je bilo približno 250 metrov nad dolino. Debelina rudnih teles se je gibala med 20 in 250 centimetri, plasti pa so vpadale proti severozahodu. Boksit je zapolnjeval plitve en do dva metra globoke jame v apnencih in v njih je bilo po nekaj ton rude; le v rudarskem polju Triglav so iz ene jame izkopali 600 ton rude. Izkop je bil zelo drag, saj so morali na eno tono tude izkopati tri do štiri tone jalovine (Zajc, 1964). Obstajali so trije dnevni kopi, ki so se imenovali Maria, Savica in

Triglav, rudnik Johannes pa so predstavljali trije med seboj povezani jaški: Janez I, Janez II in Janez III, ki so jih Nemci leta 1942 zminirali, da jih ne bi mogli uporabljati partizani. Rudo so vozili sprva s samotežnimi sanmi po stari rudni drči z Rudnice (946 m) v dolino (približno 520 m), o čemer piše Č o p (1988). Bohinjski domači fantje, ki so opravljali ta težaški posel, so bili zato oproščeni vojaščine. Zaradi hudih težav s prevozom so zgradili zasilno žičnico, dolgo 200 metrov, ki je rudo vozila v Zajčji Gradec, od koder so jo s samotežnimi vozovi in tudi s konji in poleti v zaboju ("tru-gi") na dveh kolesih vozili po srednji poti skozi Križ do deponije Pri skalci, od tam pa z vozovi s konjsko vprego na železniško postajo Bohinjska Bistrica (Č o p, 1994).

Po podatkih Mo h o r i č a (1978) je imela naprava zmogljivost 360 vagonov rude letno. Leta 1937 so bile rudniške naprave in posest last podjetja Schaffgott Werke Gleiwitz, Treibacher Chemische Werke A. G. in M. E. Chorceja z Dunaja. To leto so izvozili v Avstrijo 503 tone rude, naslednje leto pa 485 ton. Zanimiv je podatek istega avtorja, da je med prvo svetovno vojno rudnik izkoriščala avstrijska vojaška uprava, ki je v štirih letih vojne izvozila iz Bohinja 14.000 vagonov rude. V tem času je imela v vasi Brod vojaška policija celo strelišče, saj so rudo kopali pod njeno zaščito (Č o p, 1988).

Da so se za rudo iz Bohinja zanimali po svetu, dokazuje tudi pismo pisatelja dr. Janeza Mencingerja, ki ga je pisal 28. avgusta 1880 svojemu bratu Gregorju na Brod in ki ga je našel Č o p (1988): "En gospod v Kranji bi rad imel dva lepa kosa enega belkastega in enega rdečkastega od Bohinjskega kamna, da bi ga poslal v Ameriko. Kakor hitro moreš tedaj dobodi dva taka kosa vsak okoli ene kile težak, in jih v papir ali cunjno zavite daj na pošto, da jih dobim v Kranj. Poštnino bom jest plačal."

V Bohinju je bilo zanimanje za rudnik in rudarjenje vedno živo, saj so ljudje vedeli, da v rudniku kopljejo "ta rmen, ta rdeč ali temn, pa ta pisan na potico devan bohinski kamn". Že med prvo svetovno vojno in tudi kasneje se je bistriška šola zanimala za rudarjenje. Šolarji so zbirali podatke in pripovedi, žal pa so šolski arhiv in knjižnico leta 1945 prenesli v klet stare carinarnice na Jesenice in so tako zanimiva pričevanja verjetno za vedno izgubljena, na kar nas je opozoril Č o p (1994).

Minerali boksita

Podatki za minerale so zbrani iz novejše literature o mineralih: R o e s s l e r (1991), D u d a in R e j l (1986) in iz L a p i s o v e g a priročnika (1990).

Diaspor

Ime: iz grškega diasperei, tj. razsuti, ker pred puhalko razpade; ime je leta 1801 predlagal Hauy. **Trdota:** 6,5 do 7 po Mohsovi trdotni lestvici. **Raza:** bela. **Barva:** brezbarven, bel, rumen, rožnat, rdečkast, vijoličen, siv. **Sijaj:** steklen, biseren. **Kristalni sistem, oblika:** rombski, oblike ploščic in dvojčkov, kristali, ploščati agregati, masiven, prevleke. **Gostota:** 3,3 do 3,5. **Posebne lastnosti:** včasih svetlorumena luminiscenca. **Kemijska sestava:** alfa $AlOOH$, teoretično vsebuje 84,99% Al_2O_3 in 15,01% vode. **Kemijske lastnosti:** v plamenu poka, ampak se ne tali, pri 450°C preide v alfa aluminijev oksid, netopen v kislinah in lugih, težko se raztaplja v fluorovodikovi kislini. **Nastanek:** metamorfno, kontaktno metamorfno. **Spremljajoči minerali:** kalcit, kianit, korund. **Nahajališča:** Greigner-Avstrija, Copolungo-Svica, Langesundsfjord-Norveška, Massachusetts-ZDA, Grčija, Češka, Rusija.

Boehmit

Ime: po nemškem geologu in paleontologu J. Boehmu, ime je predlagal leta 1925 Lapparent. *Trdota:* 3. *Raza:* bela. *Barva:* bela, svetlorumena, rumenozelena. *Sijaj:* steklen, biseren. *Kristalni sistem in oblika:* rombski, ploščice, redko kristaliničen, običajno kriptokristaliničen, agregati v boksitu. *Gostota:* 3,07. *Kemijska sestava:* gama AlOOH , teoretično ima 84,99% Al_2O_3 in 15,01% vode. *Kemijske lastnosti:* netopen v kislinah, topi se 54 g/l v raztopini luga koncentracije 100 g $\text{Na}_2\text{O/l}$ pri 125°C, pri žarenju na 350°C preide v gama aluminijev oksid. *Podobni minerali:* gibbsit. *Nastanek:* eksogen, produkt preperevanja. *Spremljajoči minerali:* kaolinit, gibbsit, diaspor. *Nahajališča:* redko v boksitih Francije, Nemčije, Madžarske, Rusije in ZDA.

Gibbsit (hidrargilit)

Ime: po ameriškem zbiralcu J. Gibbso, ime je predlagal leta 1822 Torrey, sinonim hidrargilit. *Trdota:* 2,5 do 3. *Raza:* bela. *Barva:* bela, sivobela, kremnobela. *Sijaj:* steklen, biseren. *Kristalni sistem in oblika:* monoklinski, ploščice, dvojčki, zelo majhni kristali, radialno vlaknati in skorjasti agregati. *Gostota:* 2,3 do 2,4. *Posebne lastnosti:* včasih zelena ali oranžna luminiscenca v kratkovalovni ultravioletni svetlobi. *Kemijska sestava:* $\text{Al}(\text{OH})_3$, ki ima teoretično 65,4% Al_2O_3 in 34,6% vode, pa tudi primesi železa in galija. *Kemijske lastnosti:* topen v vročih kislinah in lugih (topi se 128 g/l v lužnati raztopini s 100 g $\text{Na}_2\text{O/l}$ pri 125°C), netaljiv, izgublja vodo, ob žarenju pri 150°C preide v gama aluminijev oksid in postane bel in trd. *Podobni minerali:* muskovit, diaspor. *Nastanek:* hidrotermalen, sekundaren. *Spremljajoči minerali:* boehmit, limonit, diaspor, korund. *Nahajališča:* Vogelsberg v Nemčiji, Zlatoust na Uralu, Routivaare na Švedskem, Brazilija, ZDA, Francija, bivša Jugoslavija, Madžarska.

Poleg naštetih glavnih aluminijevih mineralov najdemo v boksitih še naslednje aluminijeve minerale: alumogel (sporogelit ali kljakit), bayerit, scarborit, doyleit, nordstrandit, tučanit, korund in špinel.

Boksit

Ime: po francoskem nahajališču Les Baux, ime je predlagal P. Bertie. *Trdota:* 1 do 3. *Barva:* bela, rumena, rdeča, roza, vijolična, zelena, rjava, rdeča kakor opeka, črna (mangan). *Gostota:* 2,4 do 2,5. *Oblika:* masiven, pogosto ooliti. *Kemijska sestava:* ker je boksit sestavljen iz več mineralov aluminija, ni mogoče napisati enotne formule. *Spremljajoči minerali:* kremen, kalcit, dolomit, železovi, titanovi in manganovi minerali, organske snovi, silikati. *Nastanek:* obstaja več teorij različnih avtorjev, poznamo pa tri vrste nahajališč.

1. Lateritna nahajališča so nastala iz magmatskih in metamorfnih kamnin, ki so vsebovale glinenec, piroksene in amfibole. Velika nahajališča tega tipa so v tropskem in subtropskem podnebju z obilnimi padavinami, ki so izpirale kamnine in boksit odlagale na drugo mesto. V teh boksitih je najpogostejši aluminijev mineral hidrargilit.

2. Kraška nahajališča so predvsem netopni ostanek apnencev in dolomitov in predstavljajo v glavnem fosilno jerovico ali rdečo zemljo ("terra rossa"). Boksiti tega tipa vsebujejo boehmit in hidrargilit, redkeje diaspor.

3. Dedritična nahajališča so pravzaprav mešanica lateritnih in kraških nahajališč, pri čemer je bil material prenesen in odložen na drugo mesto.

Iz sestave mineralov aluminija, barve in mikrostrukture lahko sklepamo na način nastanka boksitov; vendar to niso zanesljivi znaki. Zelo zanimiva je praksa, ki jo uporabljajo stokovnjaki, ki določajo starost in torej tudi način nastanka po krovlini ali talnini (kamninah nad ležiščem rude ali pod njim), kjer je boksit nastal, pri tem pa si pomagajo tudi z značilnimi okamnini iz različni geoloških dob, o čemer sta pisala B u s e r i n L u k a c s (1966).

Nahajališča: boksit je ena najbolj razširjenih rud, zato ga najdemo skoraj povsod. Znana nahajališča so na Madžarskem, v Nemčiji, Franciji, Grčiji, Romuniji, na Švedskem, na Češkem, v Italiji, Rusiji, Gvineji, Gvajani, Indiji, Avstraliji in v ZDA. Nekdanja Jugoslavija je bila v svetu poznana po bogatih nahajališčih boksita, vendar so bili podatki pogosto neresnični, saj se še vsi spomnimo Obrovca, kjer so zgradili tovarno glinice, ki s proizvodnjo nikoli sploh ni začela in so jo razrezali v staro železo.

Uporaba: boksit je glavna ruda za pridobivanje elementarnega aluminija, uporabljamo pa ga tudi za aluminatni cement, za dodatek portland cementu in za proizvodnjo različnih proti ognju odpornih materialov. Iz boksita pridobljeno glinico pa uporabljamo za proizvodnjo elektrokorunda (brusna sredstva), v kemijski industriji za proizvodnjo aluminijevih soli (hidratna glinica, aluminijev sulfat), v proizvodnji varilnih elektrod, v steklarstvu, papirni industriji, kot pigment, kot katalizator, kot polnilo in v kozmetični in farmacevtski industriji.

Mineraloška sestava boksita

Poleg naštetih mineralov aluminija so v boksitu še drugi minerali (B a r d o s s y, 1982). Od železovih mineralov najdemo v njem hematit, maghemit, magnetit, siderit, kromit, hercinit, goštit, pirit, lepidokrokit in chamozit. Minerali titana so rutil, anatas, brookit, pseudobrookit, ilmenit in perovskit. Od mineralov mangana so običajni piroluzit, kriptomelan, hausmannit, groutit, manganit, todorokit in verjetno še kakšen manganov mineral iz množice najmanj 260 mineralov mangana, ki jih poznamo doslej. V boksitih je tudi cela vrsta silikatov: taki, ki vsebujejo tudi aluminij (kaolinit, leucit, nefelin), najdemo pa tudi granat, cirkon, disten, staurolit, topaz in titanit.

Glede na vsebnost različnih mineralov aluminija delimo boksite v nekaj tipov (v oklepaju je navedena pogostnost nahajališč): hidrargilitni (24%), boehmitni (23%), diasporni (20%), boehmitno-hidrargilitni (15%), diasporo-boehmitni (13%), korundno-hidrargilitni (2%) in korundni (1%). Po vsebnosti železovih mineralov pa delimo boksite v hematitno-goethitne (24%), hematitne (23%), šamožitne (12%), goethitne (8%) in maghemitne.

Kakovost boksitov je pomembna za proizvodnjo glinice po Bayerjevem alkalnem postopku. Pri tem je zelo pomembno, da je aluminij vezan na minerale, ki so topni v lugu. Pomembna je tudi vsebnost kremenca, saj po vsebnosti kremenca razvrščamo boksite v štiri skupine: v prvi skupini je nad 20%, v drugi od 10 do 20%, v tretji od 4 do 10% in v četrti pod 4% kremenca. Kremen namreč gradi z lugom vodotopno vodno steklo, ki ovira razklop rude v avtoklavih, zato mora biti kremenca čimmanj. Po vsebnosti železa pa boksite delimo v tri skupine: v prvi skupini je nad 25%, v drugi od 10 do 25% in v tretji pod 10% železa, kar je neposredno vezano na vsebnost aluminija. Čim več je železa, tem manj je aluminijevega oksida in tem revnejša je ruda.

Pri Bayerjevem postopku nastajajo iz železovih rud v boksitih velike količine jalovine, imenovane "rdeče blato", ki zaradi bazičnosti zelo obremenjuje okolje.

Razmerja med minerali aluminija in drugimi minerali v boksitu so različna in zato se spreminja tudi kemijska sestava boksitov. Vso pisanost različne kakovosti kažejo stari podatki za jugoslovanske boksite (T u č a n, 1957), saj so ti imeli od 50 do 70% aluminijevega oksida, od 1,85 do 26 % železovega oksida, od 11 do 15% vode, od 0,3 do 24% kremenca in od 1 do 8% titanovega oksida, v manjših količinah pa je bilo mogoče najti v njih še spojine mangana, kalija, litija, natrija, fosfora, vanadija in kroma.

Novejši podatki (B u s e r & L u k a c s, 1966) pa kažejo, da vsebujejo boksiti poleg teh spojin še celo vrsto mikroelementov (v ppm enotah, tj. v gramih na tono rude). Ti elementi so: bor, berilij, galij, niobij, tantal, nikelj, kobalt, baker, cink, kadmij, mangan, cirkon, skandij, kositer, itrij, elementi lantanidne skupine, stroncij, svinec, barij, arzen, molibden, neodim, cerij in še nekateri. Za boksit iz Bohinja je zanimiv podatek, da ima ta ruda v primerjavi z drugimi mediteranskimi boksiti neobičajno visoko koncentracijo nekaterih mikroelementov (cink, kadmij, mangan, itrij in stroncij). Koncentracija teh "mobilnih" (ker jih voda nosi s seboj) elementov kaže na to, da je boksitizacija wocheinita potekala povsem ločeno v posebnih razmerah ("in situ"). Z mikrosondo so našli sledove naslednjih mineralov: bravoit (pirit, obogaten z nikljem), halkopirit (bakrov železov sulfid), greenokit (kadmijev sulfid), cirkon (cirkonov silikat), cheralit (oksidi kalcija, cerija, torija, fosfora in silicija) in ksenotim (itrijev fosfat). Pri tem je bil v wocheinitu greenokit prvič odkrit, pa tudi takšna združba omenjenih mineralov doslej še ni bila odkrita (M a k s i m o v i ć & B u s e r, 1986).

O nastanku wocheinita obstaja dovolj podatkov (B u s e r & L u k a c s, 1986). Kakor pri vseh slovenskih boksitih je tudi nastanek te rude vezan na karbonatne kamnine (apnenec in dolomit), ki so preperevale. Te kamnine so bile v različnih geoloških dobah dvignjene iznad morja, preperevanje pa je vezano bolj na kemijske in mineraloške spremembe. Struktura rude je kriptokristalinična, včasih pa najdemo tudi pizolite. Geološko je ruda nastala med zgornjo kredo in oligocenom. Talnina je svetlosivi apnenec, krovina pa svetli oligocenski apnenec z množičnimi okamninami (haraceje) ali pa glinasti lapor z ostanki mehkužcev in rastlin.

Zanimivo je, da se rezultati starih in novih kemičnih analiz (tabela 1) za silicijev in železov oksid zelo dobro ujemajo, vrednosti za aluminijev oksid pa so pri starih analizah previsoke. Žal ne vemo, s kakšnimi postopki so takrat analizirali to sestavino. Iz rezultatov kemijske analize se tudi vidi, da se vsebnost aluminijevega oksida znižuje sorazmerno z naraščanjem železovega oksida. Boksitu daje rjavo barvo pretežno goethit, ki običajno prevladuje, kar potrjujejo rezultati kemijske analize (vsebnost dvovalentnega železovega oksida se giblje od 16,00 do 22,3%). Če je v rudi hematit, je ta rdečkaste barve, običajno pa sta sočasno prisotna oba železova minerala. Zanimivo je, da starejše analize nimajo rezultatov za fosfor, ki je razmeroma visok, a tega najbrž nihče ni pričakoval, saj običajno boksiti ne vsebujejo fosfora.

Tudi rezultati mineraloških analiz (tabela 2) se dobro ujemajo z najnovejšimi. Minerali v boksitu so tako majhni, da si pri analizi ne moremo pomagati niti z močnim mikroskopom, ampak moramo uporabiti rentgensko difrakcijsko analizo. Analizni rezultati kažejo, da je bil wocheinit zelo nehomogen: mogoče je bilo to odvisno od posameznega rudišča. Tako rezultati kažejo, da v vzorcu belega boksita ni kaolinita. Nekatere analize K i k e l j - D o l i n a r j e v e (1986) pa kažejo, da so poleg omenjenih mineralov včasih navzoči še pirit, rodohrozit, siderit, alunit, neidentificirani manganov mineral in majhne količine rutila.

Tabela 1. Kemijske analize boksita iz Bohinja

	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	4,15	4,25	0,5-10	7,51	1,85	7,38	6,43
Al ₂ O ₃	63,15	72,87	40-65	54,71	54,21	43,45	48,67
Fe ₂ O ₃	22,55	14,49	3-30	10,63	22,89	25,07	18,80
CaO				0,64	0,16	0,20	0,13
MgO				0,15	0,10	0,19	0,25
TiO ₂			0,5-3	1,26	2,55	2,23	2,52
SO ₃					0,13	0,10	0,09
P					0,182	0,165	0,124
žaroizguba			10-34	24,60	18,91	21,27	23,06

Vzorci boksita:

1. rdeči boksit, analiza iz časopisa Der Techniker št. 22/1870
2. svetli boksit, analiza iz časopisa Der Techniker št. 22/1870
3. stare analize, Kikelj-Dolinar, 1980
4. nova analiza, Kikelj-Dolinar, 1980
5. beli boksit - Brod pri Bohinju 1994, stara deponija
6. pisani boksit - Brod pri Bohinju 1994, stara deponija
7. rdeči boksit - Brod pri Bohinju 1994, stara deponija

Tabela 2. Mineraloške analize boksita iz Bohinja

4 beli	4 rdeči	5 beli	6 pisani	7 rdeči	8
hidrargilit	hidrargilit	boehmit	hidrargilit	hidrargilit	hidrargilit
goethit	goethit	hidrargilit	boehmit	boehmit	boehmit
boehmit	kaolinit	hematit	hematit	hematit	kaolinit
kaolinit	boehmit	anataz	kaolinit	kremen	hematit
			kremen	anataz	goethit
				kaolinit	anataz

Opomba: vzorci nosijo iste številke kot v tabeli 1, pri vzorcu št. 8 so podatki iz literature. Minerali so razvrščeni po vrsti tako, da je na vrhu stolpca mineral, ki ima največji delež v rudi

Na podlagi rentgenskih analiz lahko potrdimo, da pripada wocheinit glede na vsebnost aluminijevih mineralov hidrargilitno-boehmitni vrsti boksita, po vsebnosti železovih mineralov pa spada v goethitno-hematitno vrsto rude.

Vsebnost fosfora v rudi so običajno pripisovali navzočnosti minerala apatita, ki je po sestavi kalcijev fosfat. Ker pa je kalcija v vzorcih zelo malo, bi bilo treba poiskati druge minerale, ki vsebujejo fosfor. Če to iskanje povežemo z novejšo literaturo, opazimo med mikroelementi take elemente, ki sestavljajo fosfatne minerale. To so: goyazit (SrAl₃(OH)₆PO₃(OH)(PO₄)), crandallit (CaAl₃(OH)₆PO₃(OH)(PO₄)), monazit (La,Ce,-Nd/PO₄) in še nekateri, mineral ksenotim (Y/PO₄) pa so že našli. V wocheinitu so namreč našli povečane količine mikroelementov: mangana, cinka, kadmija, stroncija in itrija. Ker so greenokit (kadmijev sulfid) v njem že našli, verjetno drugi del žvepla pripada sfaleritu (cinkov sulfid), posebno še, ker se ta dva minerala običajno pojav-

ljata skupaj. Vendar so to le domneve, saj bo treba neznane fosforjeve minerale v vzorcih zares najti.

Sklep

Boksit je po sestavi zelo zapletena ruda, saj je sestavljena iz vrste mineralov aluminija, železa in titana, vsebuje pa lahko še zelo majhne količine drugih redkih mineralov. Za boksit v Bohinju, ki so ga nekoč imenovali wocheinit, je dokazano, da pripada hidrargilitno-boehmitni vrsti boksitov, po vsebnosti železa pa spada med goethitno-hematitno vrsto rude. Doslej v wocheinitu še ni bil analiziran fosfor: na podlagi analiz tega elementa in nekaterih mikroelementov domnevamo, da ruda lahko vsebuje nekatere nove, neznane fosforjeve minerale, ki jih bo treba še poiskati.

Rudniki na Rudnici nimajo več nobenega praktičnega pomena, saj so zaloge izčrpane. Tako pomenijo samo še geološko in rudarsko-tehnološko zgodovino, čeprav od njih ni ostalo ničesar: vse je zaraščeno in težko je dobiti celo vzorce rude, čeprav je od miniranja rudnikov minilo dobrih petdeset let. Zanimivo pa je, da se v Bohinju in okolici predvsem starejši ljudje še danes spominjajo rudarjenja na Rudnici. S prevozom rude so namreč nekateri zelo dobro zaslužili, kar je vsekakor vredno lepega spomina. Domačini vedo še danes povedati, da je bila ruda zelo neenakomerne kakovosti, kar so ocenjevali po različni barvi rude in so za to imeli celo posebna domača imena.

Mislím, da zdaj Slovenci, pa tudi drugi narodi, kar nekaj vemo o wocheinitu, to pa je tudi zasluga mag. Uroša Herleca, ki mi je pomagal s koristnimi nasveti, in dr. Stan-ka Buserja, ki je članek recenziral. Obema najlepša hvala za pomoč.

Literatura

- Bardossy, G. 1982: Karst Bauxites. - Akademiai Kiado, Budapest.
- Buser, S. & Lukacs, E. 1966: Rezultati novjših geoloških raziskav boksitov v Sloveniji, Ohrid.
- Češmiga, I. 1959: Rudarstvo Slovenije. - Nova proizvodnja, Ljubljana.
- Čop, J. 1959: Neobjavljeni zapiski o Rudnici in bohinitu.
- Čop, J. 30. januar 1988: Pismo dr. Stanku Buserju.
- Duda, R. & Rejl, L. 1986: Minerals of the World. - Arch Cape Press, New York.
- Dass Grosse Lapis Mineralienverzeichnis, 1990: Verlag Weise, Muenchen.
- Fleckner, A. 1866: Thonerdehydrat aus der Wochein. - Verh. Geol. R. A., Wien.
- Kikelj-Dolinar, B. 1980: Mineralogija boksitov iz Bohinja. - Diplomaska naloga št. 114-VZ-80.
- Maksimović, Z. 1982: Mineralogija itrijuma i lantanida u mediteranskim karsnim boksitima, Budva.
- Maksimović, Z. & Buser, S. 1986: Geohemijske karakteristike nekih boksita Slovenije, Tara.
- Mohorič, J. 1978: Problemi in dosežki rudarjenja na Slovenskem. - 1. in 2. knjiga, Založba Obzorja, Maribor.
- Lill, M. 1865: Thonerde-Eisenoxyd-Hydrat (Bauxit?) aus Wochein. - Oesterr. Zeitschrift fuer Berg und Huettengewesen, Wien.
- Razinger, B. 1995: Tri rude z Gorenjskega. - Jeseniški zbornik, Jesenice.
- Roessler, H. J. 1991: Lehrbuch der Mineralogie. - Deutscher Verlag fuer Grundstoffindustrie, Leipzig.
- Tučan, F. 1957: Specijalna mineralogija. - Školska knjiga, Zagreb.
- Zajc, J. 1964: O nahajališčih boksita v Bohinju. - Arhiv Geološkega zavoda.